INFRASTRUCTURE ITALIA LAND 2 Srl
Via del Bosco Rinnovato, 6
20057 Assago (Milano)

Permesso di Costruire art. 10 DPR 380/2001 – Intervento di nuova costruzione di edificio a destinazione commerciale

Relazione tecnica Invarianza Idraulica
Realizzazione nuovo Data Center
Siziano (PV)

Documento: 4024 ES A RM 02
Data
21/02/2025

Il Tecnico

Firmato digitalmente da:
ROBERTO CEREDA
Data: 20/11/2025 11:33:50

Ing. Roberto Cereda
Lombardini22 SpA

INDICE

1 PREMESSA 3
2 PORTATA MASSIMA SCARICABILE 5
3 DEFINIZIONE DELLE PIOGGE DI PROGETTO 6
4 METODOLOGIE DI DIMENSIONAMENTO E VERIFICA 8
4.1 Requisiti minimi 8
4.2 Metodo analitico di dettaglio 9
5 CALCOLO DELLA PORTATA MASSIMA SCARICATA 14
6 PRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI 15
6.1 Vasca nord 15
6.2 Vasca sud 22

1 PREMESSA

Oggetto della presente relazione è la verifica del rispetto dei requisiti minimi di invarianza idraulica e/o idrologica relativi al rilascio di Permesso di Costruire ai sensi dell'art. 10 del DPR 380/2001 per opere di nuova costruzione di sito produttivo a destinazione DATA CENTER da realizzarsi nell'area sud della SP n.40 Melegnano – Binasco, nel Comune di Siziano; tale documento è stato redatto da Lombardini22 S.p.A. con sede in via Lombardini, 22 a Milano progetto MIL08A sito a Siziano (PV).

Nello specifico, scopo del presente lavoro è l'individuazione delle modifiche all'assetto idrogeologico dell'area, conseguenti alle trasformazioni in progetto, con l'obiettivo di definire le misure compensative e/o le caratteristiche delle opere necessarie ad evitare l'aggravio delle condizioni idrauliche rispetto alla situazione preesistente o come da richiesta di norma.

Le verifiche del rispetto dei requisiti minimi di invarianza idraulica e/o idrologica vengono condotte conformemente al R.R. 7/2017 di Regione Lombardia come integrato e modificato dal R.R. 8/2019 e normative correlate. Nello specifico verranno adottati i metodi di calcolo in essa richiamati.

Nel presente documento verranno descritte le soluzioni progettuali adottate, i metodi di calcolo utilizzati e verranno riportati i report dei calcoli eseguiti, con relativi grafici, e le verifiche effettuate.

Il Regolamento regionale 23 novembre 2017, n. 7 contiene "criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica e idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11

marzo 2005, n.12 (Legge per il governo del territorio)".

Invarianza idraulica: principio in base al quale le portate massime di afflusso meteorico scaricate dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelle preesistenti all'urbanizzazione (articolo 58 bis, comma 1, lettera a) della l.r. 12/2005.

Invarianza idrologica: principio in base al quale sia le portate che i volumi di afflusso meteorico scaricati dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non devono essere maggiori di quelli preesistenti all'urbanizzazione (articolo 58 bis, comma 1, lettera b) della l.r. 12/2005.

In particolare, con tale Regolamento, la Regione Lombardia definisce:

- gli interventi edilizi richiedenti le misure di invarianza idraulica e idrologica;
- gli ambiti territoriali di applicazione differenziati in funzione del livello di criticità idraulica dei bacini dei corsi d'acqua ricettori;
- il valore massimo della portata meteorica scaricabile nei ricettori per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica e idrologica nei diversi ambiti territoriali individuati;
- la classificazione degli interventi richiedenti misure di invarianza idraulica e idrologica e le modalità di calcolo;
- le indicazioni tecniche costruttive e degli esempi di buone pratiche di gestione delle acque meteoriche in ambito urbano;
- la possibilità, per i comuni, di prevedere la monetizzazione come alternativa alla diretta realizzazione per gli interventi previsti in ambiti urbani caratterizzati da particolari condizioni urbanistiche o idrogeologiche.

Il territorio regionale è diviso nei seguenti tipi di aree, dipendenti dal livello di criticità idraulica:

- Area A: criticità idraulica alta, aree che comprendono i territori dei comuni, elencati nell'allegato C, ricadenti, anche parzialmente, nei bacini idrografici elencati nell'allegato B;
- Area B, ovvero a media criticità idraulica: aree che comprendono i territori dei comuni, elencati nell'allegato C, non rientranti nelle aree A e ricadenti, anche parzialmente, all'interno dei comprensori di bonifica e Irrigazione;
- Area C, ovvero a bassa criticità idraulica: aree che comprendono i territori dei comuni, elencati nell'allegato C, non rientranti nelle aree A e B.

Il progetto in esame ricade nell'area di intervento B, cioè a media criticità idraulica.

2 PORTATA MASSIMA SCARICABILE

Per la progettazione si è fatto riferimento alla normativa vigente in materia:

Per quanto attiene alle portate massime scaricabili la normativa prevede il seguente valore:

$$Q_{umax} = u_{lim} \cdot \varphi_m \cdot A$$

Dove:

- Qumax [l/s]: portata massima in uscita dall'invaso
- A [ha]: area totale dell'intervento
- φm [-]: coefficiente di afflusso medio ponderale
- ulim [l/(s*haimp)]: portata massima scaricabile specifica per unità d'area impermeabile

I valori massimi scaricabili ammissibili definiti dal Regolamento Regionale n. 7 del 23/11/2017 per ciascun ambito sono:

- Aree A: ulim = 10 [l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento]
- Aree B: ulim = 20 [l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento]
- Aree C: ulim = 20 [l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento]

3 DEFINIZIONE DELLE PIOGGE DI PROGETTO

Al fine di dimensionare e verificare le opere d'invarianza idraulica in progetto devono essere definite preventivamente le precipitazioni di progetto.

A tal fine, per durate di precipitazione superiori ad un'ora, viene applicato il metodo della legge probabilistica GEV (Generalized Extreme Values).

Tale metodo a partire dai parametri di riferimento a1 ed n della curva di possibilità pluviometrica, definito il tempo di ritorno TR dell'evento critico, ricalcola il parametro a per il caso specifico e calcola l'altezza di pioggia come segue:

$$h = a_1 \cdot w_T \cdot D^n$$

Dove:

- h [mm]: altezza di pioggia
- a1 [mm/ora^n]: coefficiente pluviometrico orario
- D [ore]: durata di pioggia
- n [-]: coefficiente di scala della linea segnalatrice di pioggia
- wT [-]: coefficiente probabilistico legato al tempo di ritorno TR [anni]

$$w_T = \varepsilon + \frac{\alpha}{k} \cdot \left\{1 - \left[ln\left(\frac{T}{T-1}\right)\right]^k\right\}$$

ε, α, κ [-]: parametri della legge probabilistica GEV

Per durate inferiori a un'ora si utilizzano tutti i parametri adottati per le durate superiori ad un'ora, tranne il parametro n che viene definito in modo specifico per tale durata.

In assenza di dati più precisi spesso, in letteratura tecnica idrologica, viene riportato un valore indicativo pari a n = 0,5.

Per quanto attiene i parametri caratteristici delle linee segnalatrici di pioggia si possono estrarre per il territorio regionale dal Portale Idrologico Geografico di ARPA Lombardia.

In alternativa a tali precipitazioni di progetto, possono essere assunti valori diversi solo nel caso si disponga di dati ufficiali più specifici per la località oggetto dell'intervento, dichiarandone l'origine e la validità.

Considerato che l'applicazione dei principi di invarianza idraulica ed idrologica contribuisce in modo fondamentale alle misure di prevenzione dell'esondazione dei corsi d'acqua e delle reti di drenaggio urbano, il Regolamento regionale prevede che siano valutate le condizioni locali di rischio di allagamento residuo per eventi di tempo di ritorno alti, quelli cioè che determinano un superamento

anche rilevante delle capacità di controllo assicurate dalle strutture fognarie; gli interventi di contenimento e controllo delle acque meteoriche sono conseguentemente dimensionati in modo da rispettare i valori di portata limite di cui all'articolo 8, assumendo i seguenti valori di tempi di ritorno:

TR = 50 [anni]: tempo di ritorno da adottare per il dimensionamento delle opere d'invarianza idraulica e idrologica per un accettabile grado di sicurezza delle stesse, in considerazione dell'importanza ambientale ed economica degli insediamenti urbani.

TR = 100 [anni]: tempo di ritorno da adottare per la verifica dei franchi di sicurezza delle opere come sopra dimensionate; il medesimo tempo di ritorno è adottato anche per il dimensionamento e la verifica delle eventuali ulteriori misure locali anche non strutturali di protezione idraulica dei beni insediati, quali barriere e paratoie fisse o rimovibili a difesa di ambienti sotterranei, cunette di drenaggio verso recapiti non pericolosi.

4 METODOLOGIE DI DIMENSIONAMENTO E VERIFICA

Al fine di ottemperare alle verifiche di invarianza idraulica e/o idrologica vengono adottati i seguenti metodi di calcolo:

- metodo dei requisiti minimi
- metodo analitico di dettaglio

Nei paragrafi seguenti verranno descritti tali metodi ed a fine relazione verranno riportati i report dei calcoli.

Tra tutti questi metodi adottati si assumerà quale valore del volume minimo di progetto il maggiore tra tutti i valori calcolati.

4.1 Requisiti minimi

Per gli interventi aventi superficie interessata dall'intervento minore o uguale a 300 m2, ovunque ubicati nel territorio regionale, il requisito minimo richiesto consiste, in alternativa:

- nell'adozione di un sistema di scarico sul suolo o negli strati superficiali del sottosuolo e non in un ricettore, salvo il caso in cui questo sia costituito da laghi o dai fiumi Po, Ticino, Adda, Brembo, Serio, Oglio, Chiese e Mincio. In questo caso non è richiesto il rispetto della portata massima e non è necessario redigere il progetto d'invarianza idraulica;
- nell'adozione del requisito minimo.

Nel caso d'interventi classificati ad impermeabilizzazione potenziale bassa, indipendentemente dalla criticità dell'ambito territoriale in cui ricadono, e nel caso di interventi classificati ad impermeabilizzazione potenziale media o alta e ricadenti nell'ambito territoriale di bassa criticità, il requisito minimo da soddisfare consiste nella realizzazione di uno o più invasi di laminazione, comunque configurati, dimensionati adottando i seguenti valori parametrici del volume minimo dell'invaso, o del complesso degli invasi, di laminazione:

- Aree A: wmin = 800 [m^3 per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento]
- Aree B: wmin = 500 [m^3 per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento]
- Aree C: wmin = 400 [m^3 per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento]

Tali volumi sono da adottare anche nel caso d'interventi classificati a impermeabilizzazione potenziale media o alta e ricadenti negli ambiti territoriali ad alta e media criticità, qualora il volume risultante dai calcoli fosse minore.

Ulteriormente, il progetto prevede di ottemperare ai requisiti di invarianza mediante il solo utilizzo di strutture di infiltrazione, quindi il requisito minimo di cui sopra è ridotto del 30 per cento. I calcoli di dimensionamento delle strutture di infiltrazione saranno basati su prove di permeabilità, allegate al progetto, rispondenti ai requisiti riportati nell'Allegato F di cui al R.R. 7/2017 e s.m.i.

4.2 Metodo analitico di dettaglio

Il metodo analitico di dettaglio prevede di calcolare in modo analitico la curva della portata entrante nell'accumulo, minuto per minuto, l'altezza idrica nell'invaso e la contestuale portata uscente o infiltrata, per un evento meteorico di fissata durata e tempo di ritorno.

Noto il volume invasato istante per istante, si calcola il relativo valore massimo, che rappresenta il volume minimo che l'accumulo deve possedere al fine di garantire il vincolo di invarianza ed il rispetto della portata scaricata, per detto evento meteorico di fissata durata e tempo di ritorno.

La durata dell'evento meteorico ritenuto critico viene riportato nel report dei calcoli.

Per quanto attiene alla portata entrante nel serbatoio essa viene calcolata, mediante il modello cinematico, come somma delle portate generate dalle singole aree.

L'applicazione della procedura dettagliata prevede l'implementazione dei seguenti passaggi:

- calcolo ietogramma di pioggia di progetto lorda mediante lo ietogramma Chicago;
- depurazione delle piogge e calcolo dello ietogramma netto;
- calcolo dell'idrogramma in ingresso all'accumulo come somma degli idrogrammi generati dalla singola area;
- calcolo del bilancio del serbatoio e del battente idrico al suo interno minuto per minuto;
- calcolo del volume invasato e dell'idrogramma in uscita dall'invaso;
- calcolo del volume minimo di laminazione come valore massimo del volume invasato.

Ietogramma di pioggia di progetto

Per la definizione dell'evento di pioggia di progetto si può utilizzare lo ietogramma Chicago, sviluppato da Keifer e Chu nel 1957 con riferimento alla fognatura di Chicago. Tale ietogramma è caratterizzato da un picco d'intensità massima e da una intensità media per ogni durata, anche parziale, uguale a quella definita dalla curva di possibilità pluviometrica. Analiticamente lo ietogramma Chicago è descritto da due equazioni, rispettivamente riferite al ramo crescente prima del picco e al successivo ramo decrescente dopo il picco.

Il calcolo dell'altezza di precipitazione h [mm], in funzione del tempo t [ore], viene calcolato con le seguenti.

$$h(t) = r \cdot a \left[\left(\frac{t_r}{r}\right)^n - \left(\frac{t_r - t}{r}\right)^n \right] \qquad per \quad t \leq t_r$$

$$h(t) = r \cdot a \cdot \left(\frac{t_r}{r}\right)^n + a \cdot (1 - r) \cdot \left(\frac{t - t_r}{1 - r}\right)^n \qquad per \;\; t_r < t \leq t_p$$

Per durate superiori alla durata della precipitazione tp esso rimane costante.

h [mm]: altezza di precipitazione

a [mm/ora^n]: parametro della linea segnalatrice di pioggia

n [-]: coefficiente di scala della linea segnalatrice di pioggia

r [-]: coefficiente di posizione del picco di precipitazione rispetto alla durata della pioggia

t [ore]: generico istante di calcolo

tp [ore]: durata della precipitazione

tr [ore]: tempo del picco di precipitazione pari a tp · r

I parametri a ed n adottati sono quelli che fanno riferimento alla durata della precipitazione di progetto.

Il range di applicazione del coefficiente di posizione risulta $0 \leq r \leq 1$. La sua posizione all'interno della durata complessiva θ dell'evento può essere scelta sulla base di indagini statistiche relative alla zona in esame, oppure in mancanza di informazioni si può porre r=0,4 valore medio che risulta dagli studi in materia riportati in letteratura.

Sulla base di tali formule l'intensità di precipitazione i [mm/h], al generico istante t [ore], viene calcolato con la seguente.

$$i(t) = \frac{h(t) - h(t - \Delta t)}{\Delta t}$$

i [mm/ora]: intensità di precipitazione

Δt [ore]: passo di calcolo dell'intensità di precipitazione posto pari a 1 min.

Ietogramma di pioggia netto

Lo ietogramma di pioggia netto viene calcolato mediante il metodo percentuale, esso risulta essere, pertanto, dato dalla seguente formula:

$$i_n(t) = \varphi \cdot i(t)$$

in [mm/ora]: intensità di pioggia netta

i [mm/ora]: intensità di pioggia lorda

φ [-]: coefficiente di afflusso

Idrogramma in ingresso all'invaso

L'idrogramma in ingresso all'invaso viene calcolato come somma degli idrogrammi delle singole aree.

Nello specifico si adotta il modello cinematico, ipotizzando una curva area tempi lineare.

Il Regolamento Regionale n.7 del 23/11/2017 suggerisce di utilizzare come modello afflussi-deflussi per il calcolo dell'idrogramma in ingresso all'invaso il metodo della corrivazione.

Le equazioni generali di riferimento sono, in forma discretizzata, le seguenti.

$$\begin{cases} q_k = \sum_{j=1}^{k} p_j \cdot IUH_{k-j+1} \cdot \Delta t \\ p_j = \frac{2{,}78}{1000} \cdot i_{n,j} \cdot A \\ IUH_{k-j+1} = \frac{1}{A} \cdot \frac{A_{k-j+1}}{\Delta t} \end{cases}$$

qk [m^3/s]: portata all'istante di tempo t = k · Δt

pj [m^3/s]: volume di pioggia netta all'istante di tempo t = j · Δt

in,j [mm/ora]: intensità di pioggia netta all'istante di tempo t = j · Δt

Δt [ore]: intervallo di tempo considerato, pari ad 1 minuto

IUHk-j+1 [-]: idrogramma istantaneo unitario all'istante di tempo t = (k - j +1) · Δt

Ak-j+1 [ha]: porzione di bacino alla sezione di chiusura all'istante di tempo t = (k - j +1) · Δt

A [ha]: area totale dell'intervento

In mancanza d'indicazioni specifiche, si consideri la curva aree-tempi lineare, caso particolare per cui l'idrogramma istantaneo unitario (IUH) risulta costante nel tempo e pari:

$$IUH_{k-j+1} = \frac{1}{t_c}$$

tc [ore]: tempo di corrivazione

Il tempo di corrivazione tc, nelle reti di drenaggio urbano può essere calcolato come:

$$t_c = t_e + \frac{t_r}{1{,}5}$$

te [ore]: tempo di entrata in rete

tr [ore]: tempo di rete del percorso idraulicamente più lungo a monte della sezione di calcolo

1,5: coefficiente di taratura

Il tempo di rete tr si può calcolare come, il valore massimo di percorrenza di tutti i percorsi possibili:

$$t_r = max_j \left\{ \sum_l \frac{L_{i,j}}{V_{r,i,j}} \right\}$$

j [-]: j-esimo percorso possibile lungo la rete fino alla sezione di calcolo considerata

i [-]: i-esimo ramo lungo il j-esimo percorso

Lij [m]: lunghezza dell'i-esimo ramo lungo il j-esimo percorso

Vrij [m/s]: velocità a pieno riempimento dell'i-esimo ramo lungo il j-esimo percorso

La velocità a pieno riempimento Vr si può calcolare utilizzando l'equazione di Chezy-Strickler:

$$V_r = k_s \cdot R^{2/3} \cdot \sqrt{i}$$

R [m]: raggio idraulico, che per condotte circolari risulta pari a: R = D/4

D [m]: diametro interno della condotta

i [-]: pendenza della condotta

ks [$m^{1/3}/s$]: coefficiente di scabrezza della condotta di Strikler

Per piccole superfici, quali tetti e cortili interni, il tempo di corrivazione è generalmente molto piccolo e può essere assunto pari al tempo di ingresso in rete, per cui in assenza di dati specifici relativi al caso in esame, possono essere presi a riferimento i valori in tabella seguente.

Valori proposti in letteratura per la stima del tempo di entrata in rete

Tipi di bacini	te [min]
Centri urbani intensivi con tetti collegati direttamente alle canalizzazioni e con frequenti caditoie stradali	5 ÷ 7
Centri commerciali con pendenze modeste e caditoie meno frequenti	7 ÷ 10
Aree residenziali di tipo intensivo con piccole pendenze e caditoie poco frequenti	10 ÷ 15

Il tempo di base dell'idrogramma di piena tb si calcola come tb = θ + tc, dove θ è la durata della

precipitazione.

Portata in uscita dall'invaso

Trattandosi di un sistema di scarico a portata costante si adotta la seguente legge di efflusso.

$$Q_u = cost$$

Calcolo del volume invasato con il metodo di dettaglio

Il calcolo del volume invasato dal sistema di laminazione e della portata scaricata viene descritto dall'equazioni di continuità seguente.

$$Q_e(t) - Q_u(t) = \frac{dW(t)}{dt}$$

Q_e [m³/s]: portata in ingresso all'invaso

Q_u [m³/s]: portata in uscita dall'invaso, scaricata o infiltrata

W [m³]: volume invasato

t [s]: tempo

Dove il volume invasato W, in ipotesi di forma prismatica, è dato dalla seguente relazione.

$$W = W[H(t)] = A_{inv} \cdot H(t)$$

H [m]: battente idrico all'interno dell'invaso

A_{inv} [m²]: area di base dell'invaso

Q_u è la legge di efflusso dell'invaso che dipende dal battente idrico H, come descritto nel paragrafo precedente.

$$Q_u = Q_u\big(H(t)\big)$$

Q_e è la portata in ingresso all'invaso relativa al tempo di ritorno di progetto ed alla durata critica di progetto.

Risolvendo numericamente l'equazione di continuità è possibile definire istante per istante l'altezza del battente idrico, il volume invasato e la portata scaricata o infiltrata.

Il volume minimo che deve avere l'invaso W_0 è dato dal massimo valore di tutti i volumi d'acqua invasati in tutti gli intervalli di tempo i-esimi.

$$W_0 = max_i(W_i)$$

5 CALCOLO DELLA PORTATA MASSIMA SCARICATA

La portata massima scaricata viene calcolata in base alle formule precedenti avendo assunto il battente idrico pari al suo massimo valore all'interno dell'invaso.

Nel caso si adottino più metodi di calcolo contemporaneamente si adotterà il valore maggiore di questi.

Per i metodi semplificati il battente idrico massimo H si calcola con la seguente relazione:

$$H = \frac{W}{A_{inv}}$$

Dove:

- W [m^3]: volume invasato
- A_{inv} [m^2]: area in pianta dell'invaso

Per il metodo analitico il battente idrico viene calcolato come il massimo di tutti i tiranti idrici all'interno dell'invaso durante l'evento di piena.

6 PRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI

Nel progetto in esame, verranno realizzate due vasche di laminazione, una sita a nord e una a sud del fabbricato.

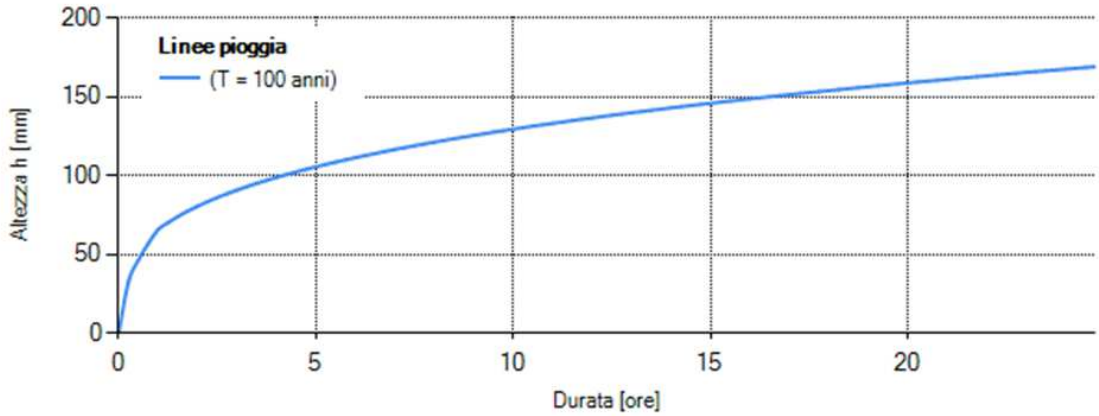
Nel seguito vengono riportati i risultati ottenuti per le due vasche in progetto.

6.1 Vasca nord

Definizione aree			
Descrizione	Tipo area	Superficie [m^2]	Coeff. Afflusso φ
Copertura	Area impermeabile	4944.4	1.00
Strade	Area impermeabile	10500.3	1.00
Verde	Area permeabile	1310.0	0.30
Vasche nella recinzione	Area impermeabile	154.2	1.00

La superficie totale risulta pari a 16908.9 m^2 con coefficiente di afflusso medio ponderale pari a 0.9458.

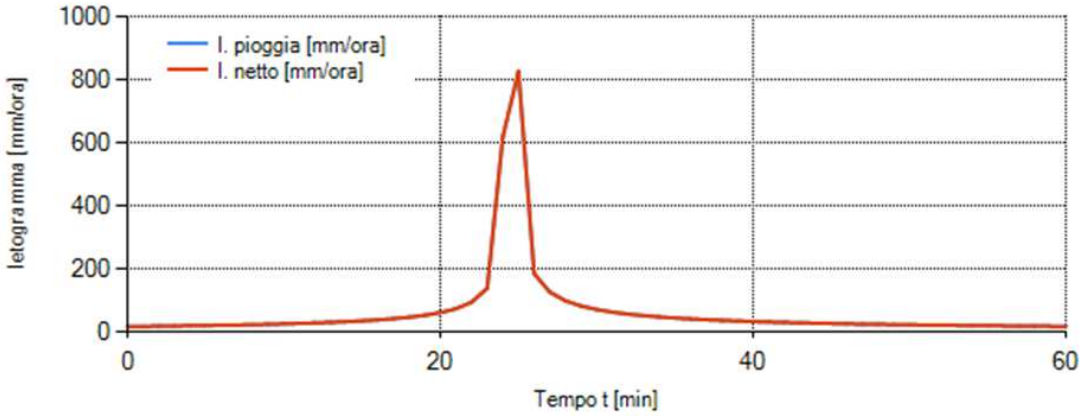
Con un tempo di ritorno pari a 100 anni, i parametri della curva di possibilità pluviometrica sono a= 65.883 mm/h e n=0.5 per durate inferiori all'ora.



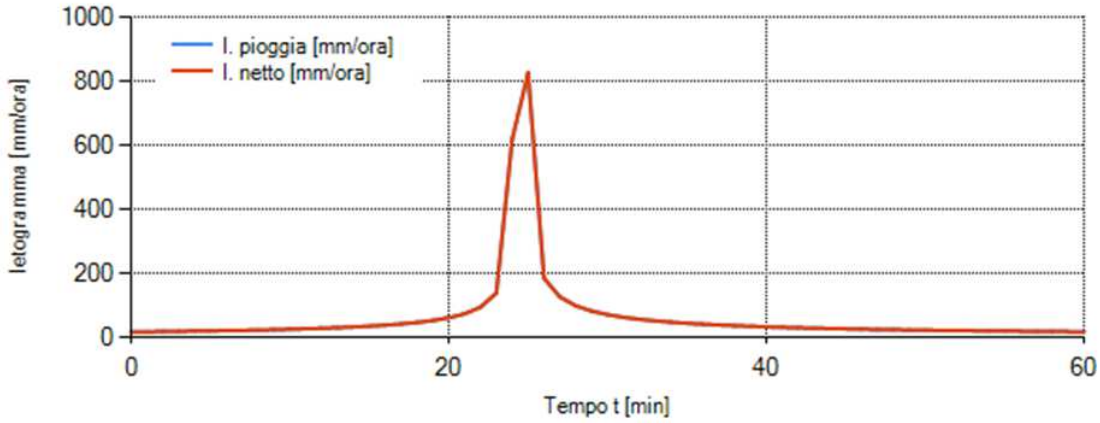
Caratteristiche idrologiche				
Descrizione	Tipo area	Superficie A [m^2]	Coeff. Afflusso φ	T. corriv. t_c [min]
Copertura	Area impermeabile	4944.4	1.00	6
Strade	Area impermeabile	10500.3	1.00	6
Verde	Area permeabile	1310.0	0.30	6
Vasche nella recinzione	Area impermeabile	154.2	1.00	6

Gli ietrogrammi di pioggia ottenuti per la tipologia di aree di intervento sono:

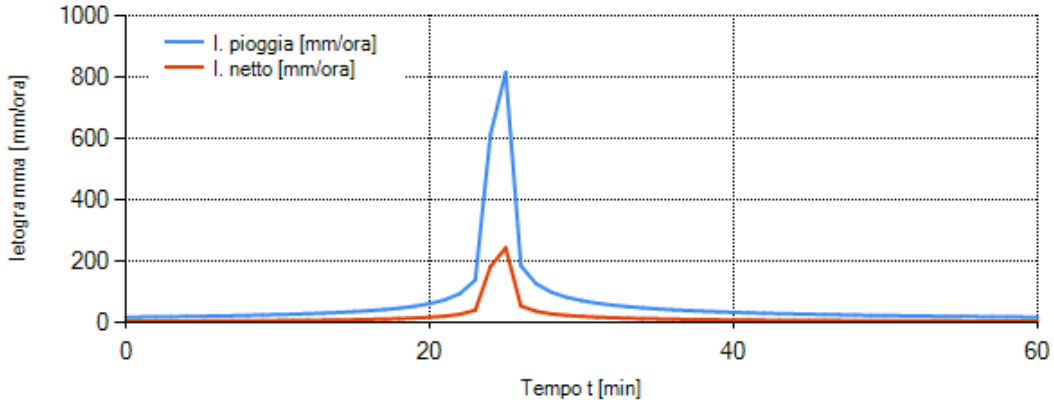
Definizione ietogramma di pioggia - Copertura		
Durata pioggia di progetto (θ)	1.00	ore
Coefficiente di posizione (r)	0.40	-
Metodo di depurazione delle piogge	Metodo percentuale	



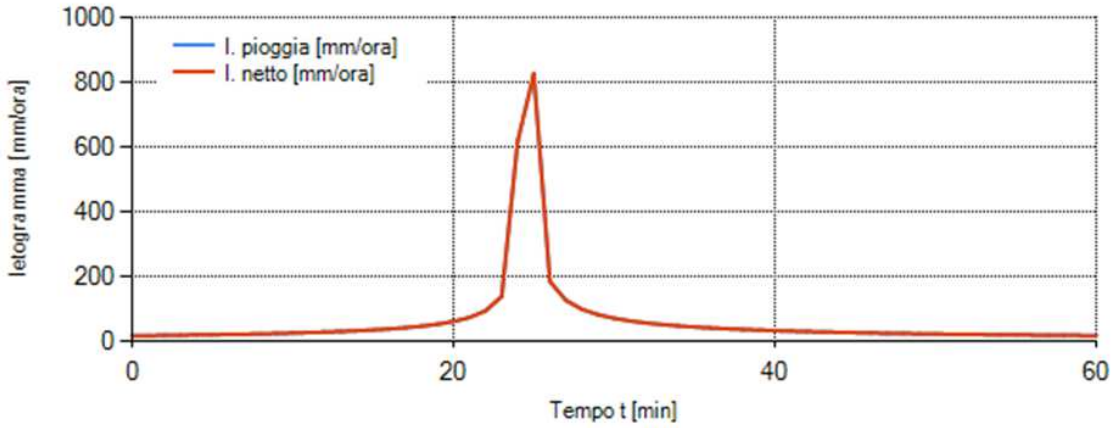
Definizione ietogramma di pioggia - Strade		
Durata pioggia di progetto (θ)	1.00	ore
Coefficiente di posizione (r)	0.40	-
Metodo di depurazione delle piogge	Metodo percentuale	



Definizione ietogramma di pioggia - Verde		
Durata pioggia di progetto (θ)	1.00	ore
Coefficiente di posizione (r)	0.40	-
Metodo di depurazione delle piogge	Metodo percentuale	

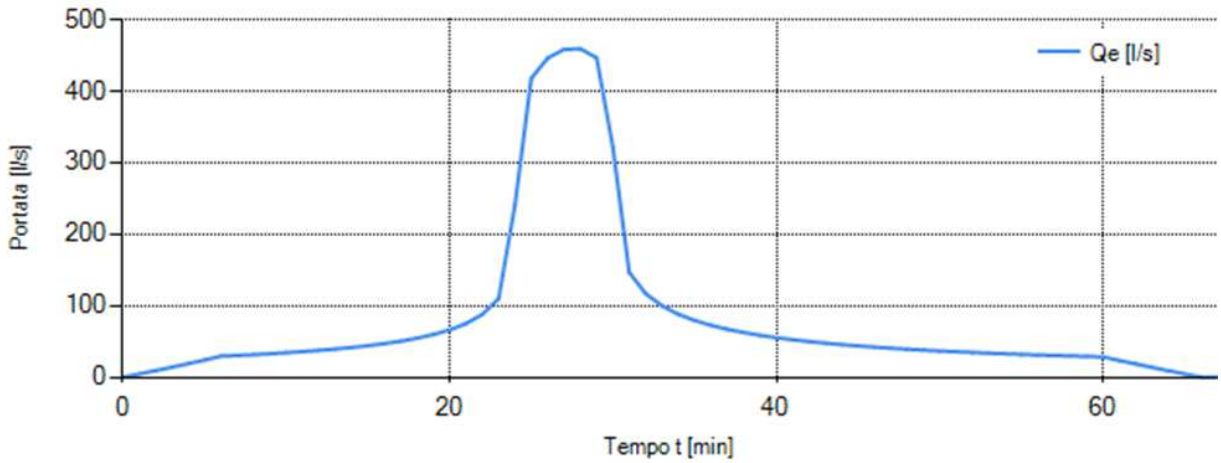


Definizione ietogramma di pioggia - vasche		
Durata pioggia di progetto (θ)	1.00	ore
Coefficiente di posizione (r)	0.40	-
Metodo di depurazione delle piogge	Metodo percentuale	



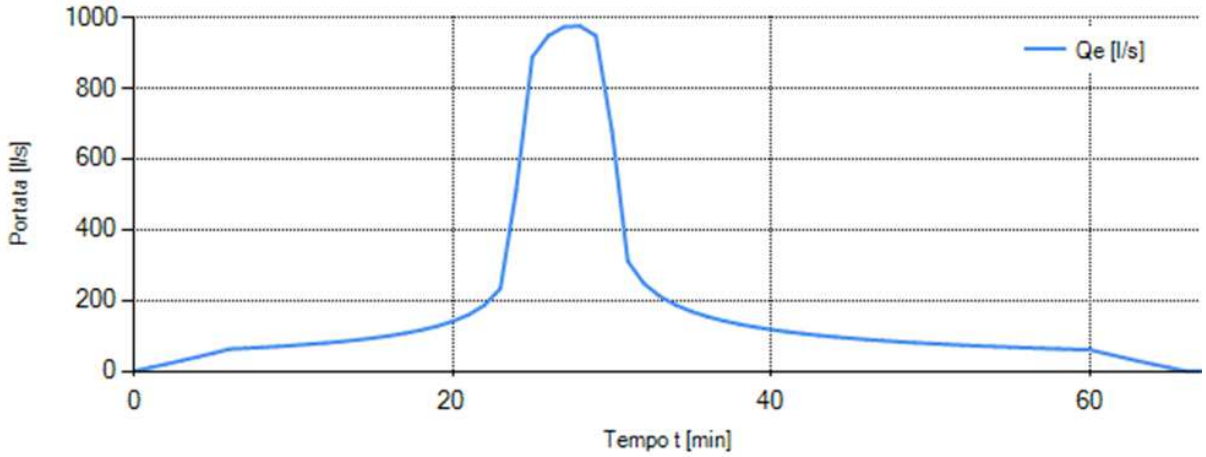
Gli idrogrammi di pioggia ottenuti per le singole aree sono:

Area Copertura			
Tipo area		Area impermeabile	
Superficie		4944.4	m²
Coefficiente di afflusso	φ	1.00	-
Tempo corrivazione	t_c	6	min



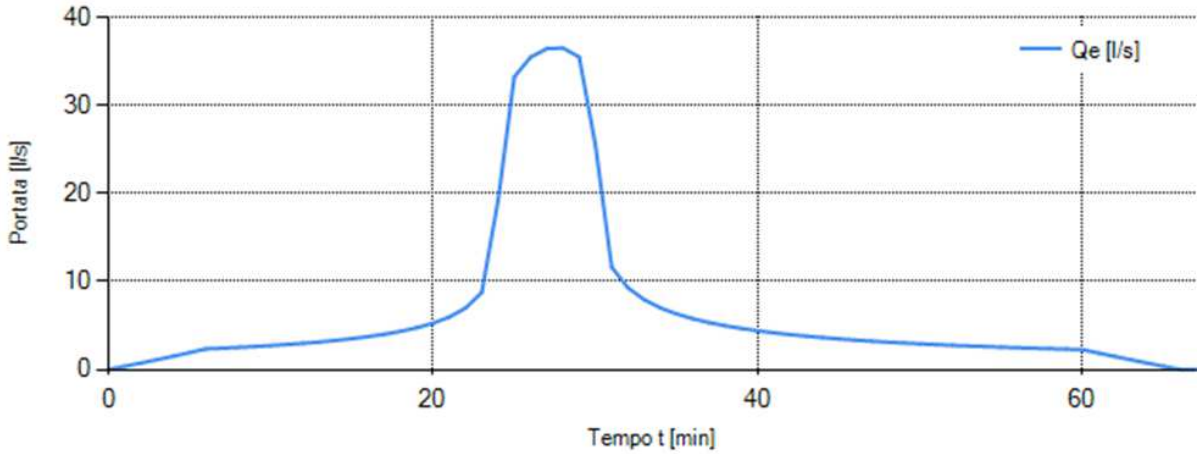
Risultati tabellari										
Tempo [min]	**0**	**5**	**10**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**
Portata Q_e [l/s]	0.00	24.04	34.16	37.39	39.31	41.48	43.98	46.89	50.32	54.46
Tempo [min]	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**
Portata Q_e [l/s]	59.57	66.12	74.92	87.77	109.84	241.02	417.98	446.30	458.36	459.37
Tempo [min]	**29**	**30**	**31**	**32**	**33**	**34**	**35**	**36**	**37**	**38**
Portata Q_e [l/s]	446.52	320.91	146.25	116.87	99.76	88.03	79.32	72.51	67.00	62.43
Tempo [min]	**39**	**40**	**41**	**42**	**43**	**44**	**45**	**46**	**47**	**48**
Portata Q_e [l/s]	58.56	55.24	52.34	49.79	47.52	45.50	43.67	42.01	40.49	39.11
Tempo [min]	**50**	**55**	**60**	**65**						
Portata Q_e [l/s]	36.65	31.86	28.35	4.48						

Area Strade			
Tipo area		Area impermeabile	
Superficie		10500.3	m²
Coefficiente di afflusso	φ	1.00	-
Tempo corrivazione	t_c	6	min



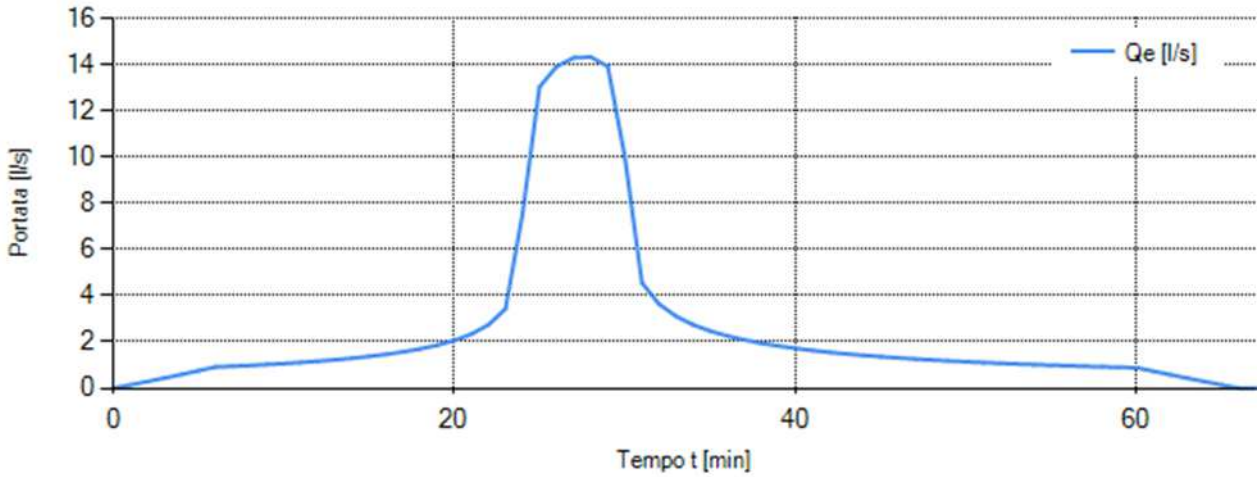
Risultati tabellari										
Tempo [min]	**0**	**5**	**10**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**
Portata Q_e [l/s]	0.00	51.05	72.55	79.41	83.48	88.10	93.40	99.57	106.86	115.65
Tempo [min]	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**
Portata Q_e [l/s]	126.51	140.41	159.11	186.40	233.27	511.85	887.65	947.80	973.42	975.56
Tempo [min]	**29**	**30**	**31**	**32**	**33**	**34**	**35**	**36**	**37**	**38**
Portata Q_e [l/s]	948.25	681.51	310.59	248.19	211.86	186.96	168.45	153.99	142.29	132.58
Tempo [min]	**39**	**40**	**41**	**42**	**43**	**44**	**45**	**46**	**47**	**48**
Portata Q_e [l/s]	124.37	117.30	111.15	105.74	100.93	96.62	92.73	89.21	86.00	83.05
Tempo [min]	**50**	**55**	**60**	**65**						
Portata Q_e [l/s]	77.82	67.65	60.20	9.52						

Area Verde			
Tipo area		Area permeabile	
Superficie		1310.0	m²
Coefficiente di afflusso	φ	0.30	-
Tempo corrivazione	t_c	6	min



Risultati tabellari										
Tempo [min]	**0**	**5**	**10**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**
Portata Q_e [l/s]	0.00	1.91	2.72	2.97	3.12	3.30	3.50	3.73	4.00	4.33
Tempo [min]	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**
Portata Q_e [l/s]	4.74	5.26	5.96	6.98	8.73	19.16	33.22	35.47	36.43	36.51
Tempo [min]	**29**	**30**	**31**	**32**	**33**	**34**	**35**	**36**	**37**	**38**
Portata Q_e [l/s]	35.49	25.51	11.62	9.29	7.93	7.00	6.31	5.76	5.33	4.96
Tempo [min]	**39**	**40**	**41**	**42**	**43**	**44**	**45**	**46**	**47**	**48**
Portata Q_e [l/s]	4.65	4.39	4.16	3.96	3.78	3.62	3.47	3.34	3.22	3.11
Tempo [min]	**50**	**55**	**60**	**65**						
Portata Q_e [l/s]	2.91	2.53	2.25	0.36						

Area Vasche nella recinzione			
Tipo area		Area impermeabile	
Superficie		154.2	m²
Coefficiente di afflusso	φ	1.00	-
Tempo corrivazione	t_c	6	min



Risultati tabellari										
Tempo [min]	**0**	**5**	**10**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**
Portata Q_e [l/s]	0.00	0.75	1.07	1.17	1.23	1.29	1.37	1.46	1.57	1.70
Tempo [min]	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**
Portata Q_e [l/s]	1.86	2.06	2.34	2.74	3.43	7.52	13.04	13.92	14.29	14.33
Tempo [min]	**29**	**30**	**31**	**32**	**33**	**34**	**35**	**36**	**37**	**38**
Portata Q_e [l/s]	13.93	10.01	4.56	3.64	3.11	2.75	2.47	2.26	2.09	1.95
Tempo [min]	**39**	**40**	**41**	**42**	**43**	**44**	**45**	**46**	**47**	**48**
Portata Q_e [l/s]	1.83	1.72	1.63	1.55	1.48	1.42	1.36	1.31	1.26	1.22
Tempo [min]	**50**	**55**	**60**	**65**						
Portata Q_e [l/s]	1.14	0.99	0.88	0.14						

I volumi minimi di invaso ottenuti mediante l'adozione dei metodi descritti precedentemente sono:

Metodo dei requisiti minimi			
Volume specifico minimo	w_0	500.00	m^3/ha_{imp}
Volume invaso minimo	W_0	799.60	m^3

Metodo analitico di dettaglio			
Durata critica	D_W	1.00	ore
Battente idrico massimo	H_{max}	0.00	m
Volume invaso minimo	W	932.02	m^3
Metodologia: Modello cinematico, mediante integrale di convoluzione, con curva area tempi lineare e ietogramma tipo Chicago.			

Da cui si ricava un **volume minimo** per la vasca a nord del fabbricato pari a **932.02 m³**.

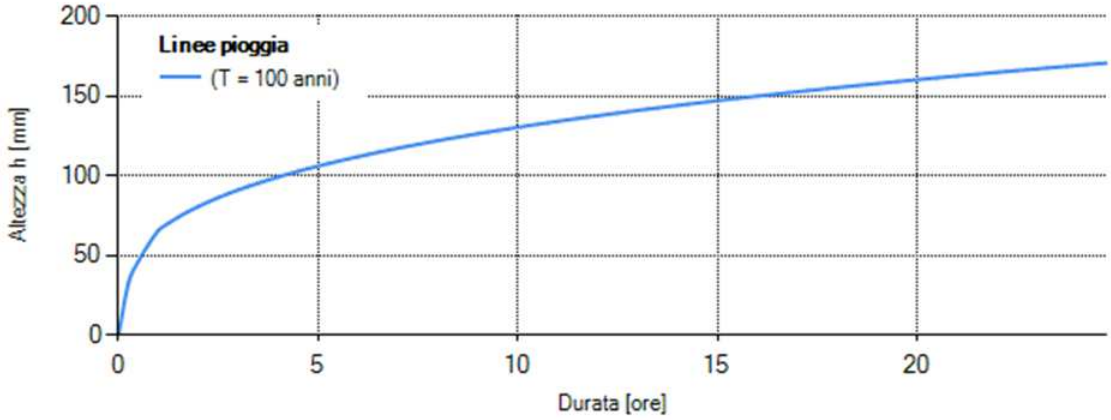
La **portata massima scaricabile** in base a quanto riportato nel capitolo 2 risulta pari a **31.98 l/s.**

6.2 Vasca sud

Definizione aree			
Descrizione	Tipo area	Superficie [m^2]	Coeff. Afflusso φ
Copertura	Area impermeabile	6372.2	1.00
Strade	Area impermeabile	7758.6	1.00
Verde	Area permeabile	1100.4	0.30
Vasche nella recinzione	Area impermeabile	41.6	1.00

La superficie totale risulta pari a 15272.8 m^2 con coefficiente di afflusso medio ponderale pari a 0.9496.

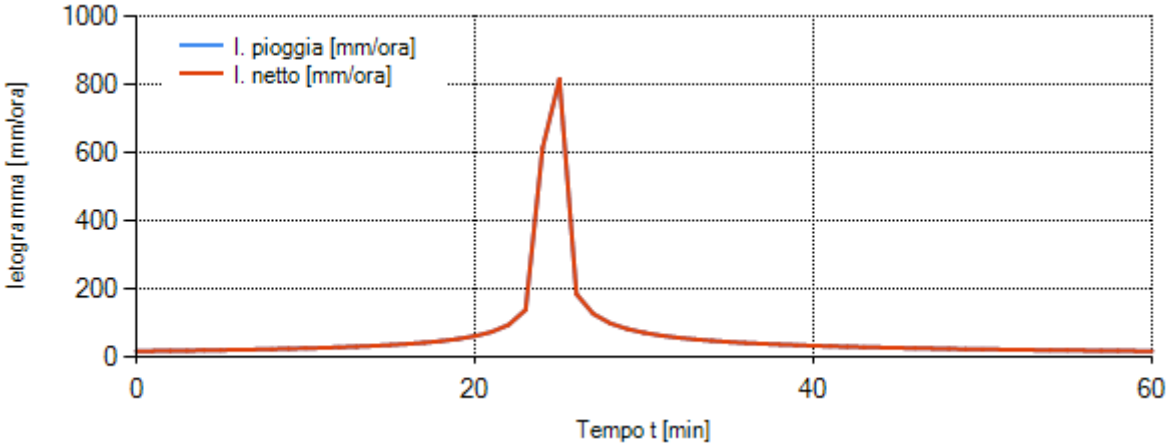
Con un tempo di ritorno pari a 100 anni, i parametri della curva di possibilità pluviometrica sono a= 65.883 mm/h e n=0.5 per durate inferiori all'ora.



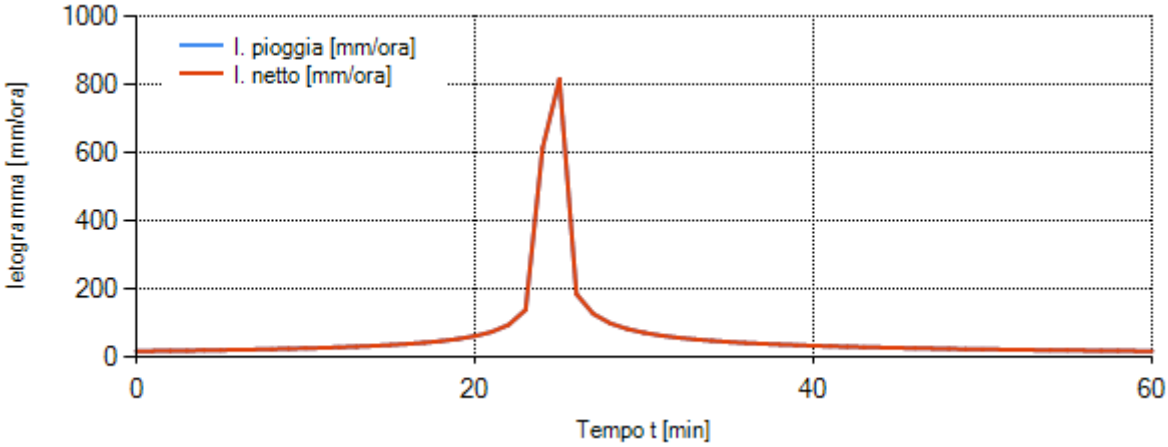
Caratteristiche idrologiche				
Descrizione	Tipo area	Superficie A [m²]	Coeff. Afflusso φ	T. corriv. t_c [min]
Copertura	Area impermeabile	6372.2	1.00	6
Strade	Area impermeabile	7758.6	1.00	6
Verde	Area permeabile	1100.4	0.30	6
Vasche nella recinzione	Area impermeabile	41.6	1.00	6

Gli ietrogrammi di pioggia ottenuti per la tipologia di aree di intervento sono:

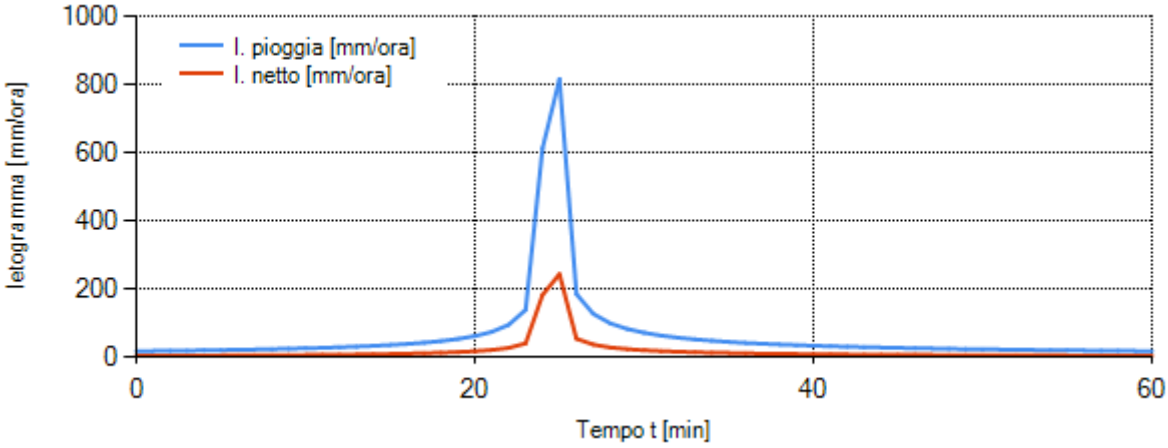
Definizione ietogramma di pioggia - Copertura		
Durata pioggia di progetto (θ)	1.00	ore
Coefficiente di posizione (r)	0.40	-
Metodo di depurazione delle piogge	Metodo percentuale	



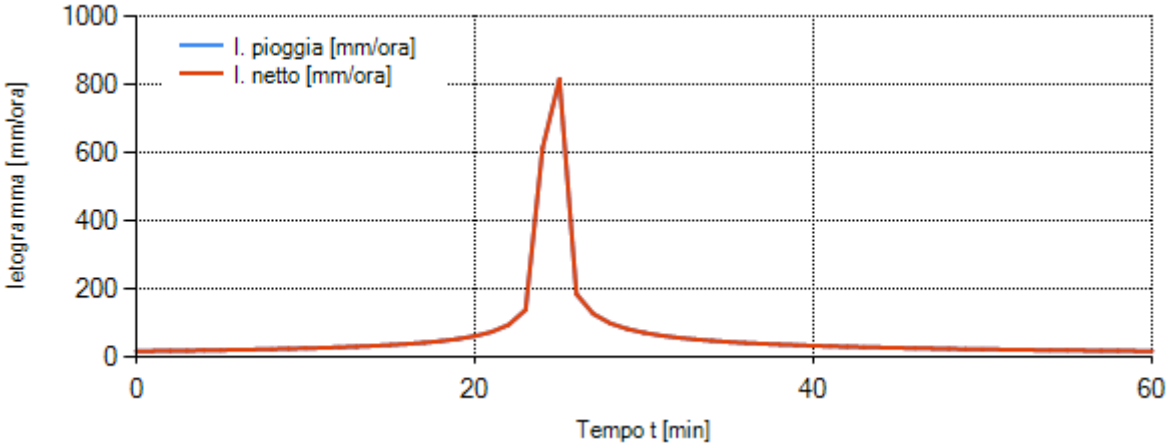
Definizione ietogramma di pioggia - Strade		
Durata pioggia di progetto (θ)	1.00	ore
Coefficiente di posizione (r)	0.40	-
Metodo di depurazione delle piogge	Metodo percentuale	



Definizione ietogramma di pioggia - Verde		
Durata pioggia di progetto (θ)	1.00	ore
Coefficiente di posizione (r)	0.40	-
Metodo di depurazione delle piogge	Metodo percentuale	

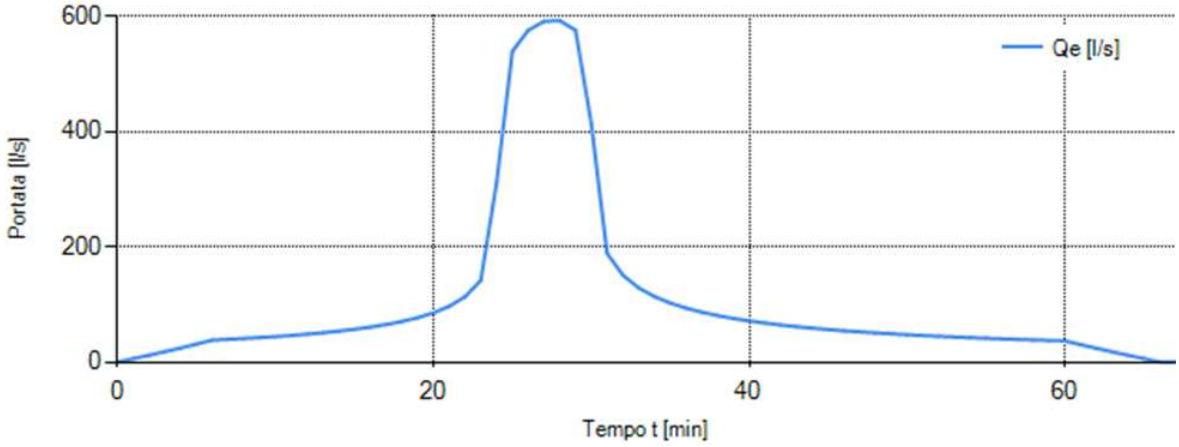

1000
800
600
400
200
0
I. pioggia [mm/ora]
I. netto [mm/ora]
Ietogramma [mm/ora]
0
20
40
60
Tempo t [min]

Definizione ietogramma di pioggia - Vasche		
Durata pioggia di progetto (θ)	1.00	ore
Coefficiente di posizione (r)	0.40	-
Metodo di depurazione delle piogge	Metodo percentuale	



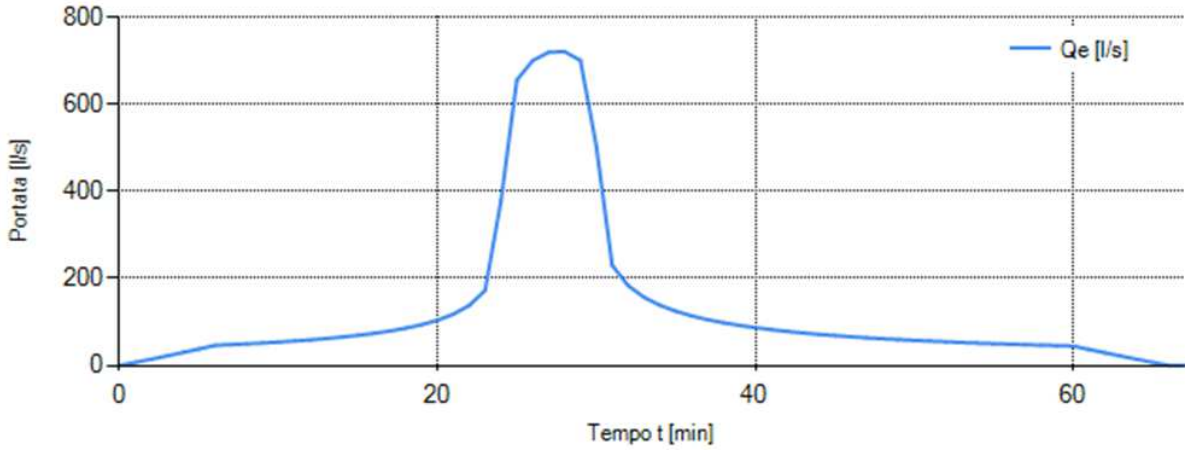
Gli idrogrammi di pioggia ottenuti per le singole aree sono:

Area Copertura			
Tipo area		Area impermeabile	
Superficie		6372.2	m²
Coefficiente di afflusso	φ	1.00	-
Tempo corrivazione	t_c	6	min



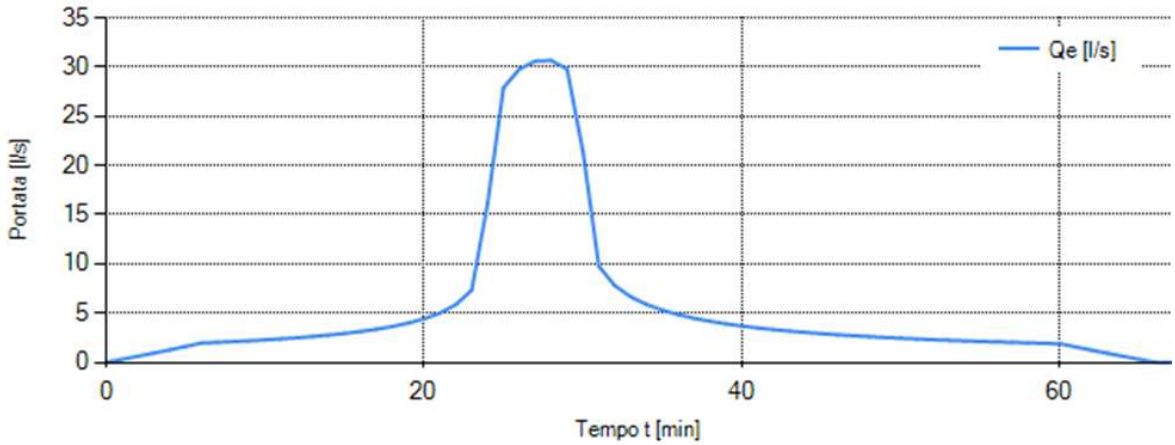
Risultati tabellari										
Tempo [min]	**0**	**5**	**10**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**
Portata Q_e [l/s]	0.00	30.98	44.03	48.19	50.66	53.46	56.68	60.43	64.85	70.18
Tempo [min]	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**
Portata Q_e [l/s]	76.78	85.21	96.56	113.12	141.56	310.62	538.68	575.18	590.73	592.03
Tempo [min]	**29**	**30**	**31**	**32**	**33**	**34**	**35**	**36**	**37**	**38**
Portata Q_e [l/s]	575.46	413.58	188.48	150.61	128.57	113.46	102.23	93.45	86.35	80.46
Tempo [min]	**39**	**40**	**41**	**42**	**43**	**44**	**45**	**46**	**47**	**48**
Portata Q_e [l/s]	75.47	71.19	67.45	64.17	61.25	58.64	56.28	54.14	52.19	50.40
Tempo [min]	**50**	**55**	**60**	**65**						
Portata Q_e [l/s]	47.23	41.06	36.53	5.77						

Area Strade			
Tipo area		Area impermeabile	
Superficie		7758.6	m²
Coefficiente di afflusso	φ	1.00	-
Tempo corrivazione	t_c	6	min



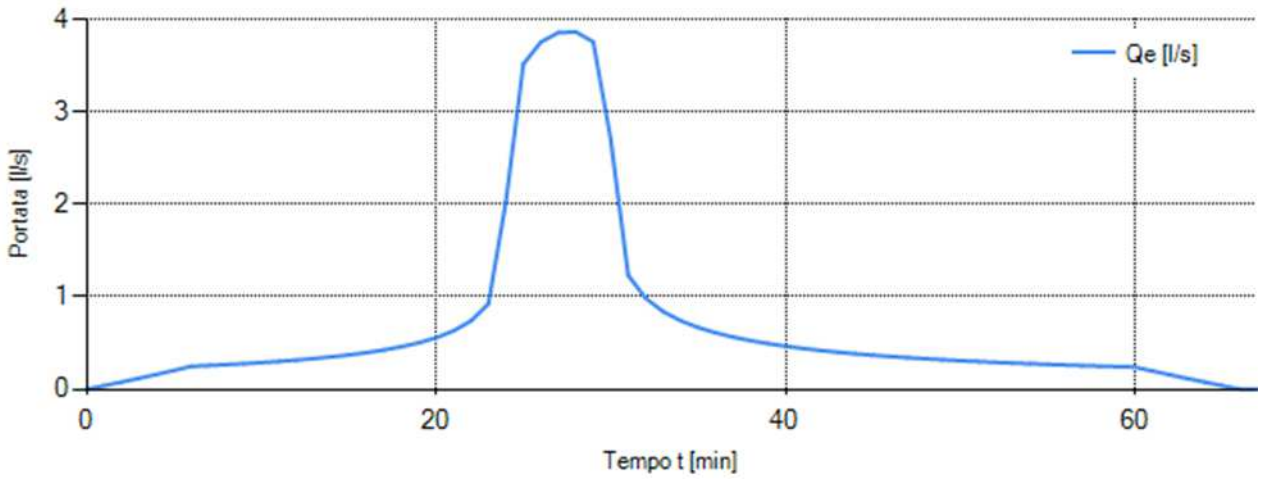
Risultati tabellari										
Tempo [min]	**0**	**5**	**10**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**
Portata Q_e [l/s]	0.00	37.72	53.61	58.67	61.68	65.09	69.01	73.58	78.96	85.45
Tempo [min]	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**
Portata Q_e [l/s]	93.48	103.75	117.57	137.73	172.36	378.20	655.88	700.32	719.25	720.83
Tempo [min]	**29**	**30**	**31**	**32**	**33**	**34**	**35**	**36**	**37**	**38**
Portata Q_e [l/s]	700.66	503.57	229.49	183.38	156.54	138.14	124.47	113.78	105.14	97.96
Tempo [min]	**39**	**40**	**41**	**42**	**43**	**44**	**45**	**46**	**47**	**48**
Portata Q_e [l/s]	91.89	86.67	82.13	78.13	74.57	71.39	68.52	65.92	63.54	61.36
Tempo [min]	**50**	**55**	**60**	**65**						
Portata Q_e [l/s]	57.50	49.99	44.48	7.03						

Area Verde			
Tipo area		Area permeabile	
Superficie		1100.4	m²
Coefficiente di afflusso	φ	0.30	-
Tempo corrivazione	t_c	6	min



Risultati tabellari										
Tempo [min]	**0**	**5**	**10**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**
Portata Q_e [l/s]	0.00	1.61	2.28	2.50	2.62	2.77	2.94	3.13	3.36	3.64
Tempo [min]	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**
Portata Q_e [l/s]	3.98	4.41	5.00	5.86	7.33	16.09	27.91	29.80	30.60	30.67
Tempo [min]	**29**	**30**	**31**	**32**	**33**	**34**	**35**	**36**	**37**	**38**
Portata Q_e [l/s]	29.81	21.43	9.76	7.80	6.66	5.88	5.30	4.84	4.47	4.17
Tempo [min]	**39**	**40**	**41**	**42**	**43**	**44**	**45**	**46**	**47**	**48**
Portata Q_e [l/s]	3.91	3.69	3.49	3.32	3.17	3.04	2.92	2.81	2.70	2.61
Tempo [min]	**50**	**55**	**60**	**65**						
Portata Q_e [l/s]	2.45	2.13	1.89	0.30						

Area Vasche nella recinzione			
Tipo area		Area impermeabile	
Superficie		41.6	m²
Coefficiente di afflusso	φ	1.00	-
Tempo corrivazione	t_c	6	min



Risultati tabellari										
Tempo [min]	**0**	**5**	**10**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**
Portata Q_e [l/s]	0.00	0.20	0.29	0.31	0.33	0.35	0.37	0.39	0.42	0.46
Tempo [min]	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**
Portata Q_e [l/s]	0.50	0.56	0.63	0.74	0.92	2.03	3.52	3.75	3.86	3.86
Tempo [min]	**29**	**30**	**31**	**32**	**33**	**34**	**35**	**36**	**37**	**38**
Portata Q_e [l/s]	3.76	2.70	1.23	0.98	0.84	0.74	0.67	0.61	0.56	0.53
Tempo [min]	**39**	**40**	**41**	**42**	**43**	**44**	**45**	**46**	**47**	**48**
Portata Q_e [l/s]	0.49	0.46	0.44	0.42	0.40	0.38	0.37	0.35	0.34	0.33
Tempo [min]	**50**	**55**	**60**	**65**						
Portata Q_e [l/s]	0.31	0.27	0.24	0.04						

I volumi minimi di invaso ottenuti mediante l'adozione dei metodi descritti precedentemente sono:

Metodo dei requisiti minimi			
Volume specifico minimo	w_0	500.00	m^3/ha_{imp}
Volume invaso minimo	W_0	725.13	m^3

Metodo analitico di dettaglio			
Durata critica	D_W	1.00	ore
Battente idrico massimo	H_{max}	0.00	m
Volume invaso minimo	W	845.22	m^3
Metodologia: Modello cinematico, mediante integrale di convoluzione, con curva area tempi lineare e ietogramma tipo Chicago.			

Da cui si ricava un **volume minimo** per la vasca a sud del fabbricato pari a **845.22 m³**.

La **portata massima scaricabile** in base a quanto riportato nel capitolo 2 risulta pari a **29.01 l/s.**